

УДК 616.995.122.21 : 616.36-008.8:616.15J-07(571.16)

**ПОВЫШЕННАЯ АККУМУЛЯЦИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В КРОВИ
И ЖЕЛЧИ У БОЛЬНЫХ С ИНВАЗИЕЙ *OPISTHORCHIS FELINEUS*
(RIVOLTA, 1884) И *METORCHIS BILIS* (BRAUN, 1890)**

© Е. Н. Ильинских,¹ И. Н. Ильинских,² Н. Н. Ильинских²

Сибирский государственный медицинский университет Росздрава

¹ кафедра инфекционных болезней и эпидемиологии,

² кафедра биологии и генетики, а/я 808, Томск-50, 634050,

E-mail: ilyinskikh@yandex.ru

Поступила 27.09.2007

С помощью метода инструментального нейтронно-активационного анализа были изучены общие закономерности биоаккумуляции некоторых микроэлементов в образцах крови, желчи, полученных от больных описторхидозами, имеющих различные этиологические варианты инвазий описторхов или/и меторхов. Для решения вопроса о возможности заражения обследованных больных не только *O. felineus* (Rivolta, 1884), но и трематодами рода *Metorchis*, в частности *Metorchis bilis* (Braun, 1890), проводилось определение специфических противоописторхозных и противометорхозных антител в сыворотках крови больных с овоскопически установленной инвазией описторхидами. Из 139 обследованных больных людей 56.1 % имели микст-инвазию описторхов и меторхов, 41.7 % были серопозитивны только в отношении описторхов, а 2.1 % оказались серопозитивными только в отношении меторхов. Установлено, что у больных людей, имевших микст-инвазию описторхов и меторхов, отмечается повышение содержания в крови и желчи ряда токсичных, условно-эссенциальных и эссенциальных микроэлементов (ртути, хрома, цезия, лантана, брома, селена, цинка) по сравнению с больными с моноинвазией этих гельминтов и здоровыми людьми. Наиболее часто регистрировалось существенное повышение содержания в организме хрома и ртути.

Заболевания человека и животных, вызванные трематодами сем. *Opisthorchiidae*, имеют широкое распространение. Известно, что наиболее крупный природный очаг описторхоза, вызванный *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884), связан с Обь-Иртышским речным бассейном в Западной Сибири (Сыскова и др., 2001). В настоящее время получены серологические доказательства того, что родственные виды *Metorchis bilis* (Braun, 1890) (синоним *M. albidus*) и *M. conjunctus* (синоним *M. intermedius*) способны вызывать заболевание людей — меторхоз (Mac Lean et al., 1996; Федоров и др., 2000).

Согласно имеющимся отдельным сообщениям, известно, что у больных описторхозом возможно повышение содержания в образцах волос и крови таких микроэлементов (МЭ), как свинец, железо, никель, цинк, кобальт, марганец (Калинин, 1987; Арифуллина, 2000). Однако закономерности и

возможные причины этого явления остаются не освещенными в литературе. Цель настоящей работы — изучить общие закономерности аккумуляции некоторых МЭ в образцах крови и желчи, полученных от больных описторхиозами, проживающих в г. Томске и имеющих различные этиологические варианты инвазий описторхов или/и меторхов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Образцы крови для определения МЭ с помощью метода инструментального нейтронно-активационного анализа получали от 139 больных, имевших либо моноинвазию *O. felineus* или *M. bilis*, либо микст-инвазию этих гельминтов (возраст 40.6 ± 5.1 лет), и 32 здоровых людей (возраст 35.4 ± 7.2 лет). Кроме того, МЭ определяли в образцах желчи (порция С), полученных при дуоденальном зондировании от 22 больных и от 8 здоровых людей. Все больные были жителями г. Томска и госпитализированы в инфекционную клинику ГОУ ВПО Сибирского государственного медицинского университета Росздрава. Диагноз во всех случаях был подтвержден обнаружением яиц в пробах желчи, полученных при дуоденальном зондировании. Поскольку копроовоскопическое исследование не позволяет идентифицировать вид описторхид, то нами были использованы серологические методы. Для определения титров антител к антигенам *M. bilis* использовался метод «сандвичевого» твердофазного иммуноферментного анализа (Pauly, Schuster, 2003). Для определения титров антител к антигенам *O. felineus* использовали иммуноферментные тест системы D-3304, D-2904 и D-2906 производства ЗАО «Вектор-БЕСТ» (пос. Кольцово Новосибирской обл., Россия), позволяющие определять титры специфических иммуноглобулинов класса G, M и циркулирующие иммунные комплексы. В контрольной группе все обследованные имели отрицательные результаты копроовоскопических и серологических анализов в отношении инвазии гельминтов. Все обследованные лица не имели профессионального контакта с тяжелыми металлами или другими химическими агентами. С помощью метода инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) в образцах крови и желчи было изучено содержание 31 химического элемента (литий, рубидий, цезий, калий, натрий, медь, серебро, золото, бериллий, барий, стронций, цинк, кальций, магний, ртуть, алюминий, скандий, лантан, церий, европий, олово, сурьма, хром, селен, молибден, теллур, марганец, бром, иод, железо и кобальт). Облучение проб осуществлялось на базе исследовательского ядерного реактора НИИ ЯФ при Томском государственном политехническом университете МО РФ, а измерения были выполнены в Ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии этого вуза. Оценку различий между выборками осуществляли с использованием t-критерия Стьюдента (Лакин, 1980). Различия сравниваемых результатов ($\bar{X} \pm m$) считались достоверными при $P < 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для решения вопроса о возможности заражения обследованных больных не только *O. felineus*, но и trematodами рода *Metorchis*, нами проводилось определение специфических противоописторхозных и противометорхозных антител в сыворотках крови больных с овоскопически установленной инва-

зий описторхид. Из 139 обследованных нами больных людей 78 человек (56.1 %) имели микст-инвазию описторхов и меторхов, 58 человек (41.7 %) были серопозитивны только в отношении описторхов, а 3 человека (2.1 %) оказались серопозитивными только в отношении меторхов.

В образцах цельной крови и желчи, полученных от больных с каждым из этиологических вариантов описторхидозов, было изучено содержание 31 химического элемента. Полученные результаты сопоставлялись с содержанием этих химических элементов в образцах желчи и крови здоровых людей. В результате нами были выделены те химические элементы, повышение содержания которых во всех изученных биологических жидкостях оказалось наиболее характерно для больных описторхидозами, проживающих в г. Томске, по сравнению со здоровыми людьми. В образцах крови, полученных от 112 больных, которые имели моноинвазию описторхов или микст-инвазию описторхов и меторхов было установлено достоверное увеличение содержания таких МЭ, как хром, ртуть, бром, рубидий, цезий, лантан, селен, цинк и кобальт. В образцах желчи у больных описторхидозами было зарегистрировано повышение содержания хрома, брома, рубидия, лантана, цинка и кобальта.

Установлено, что у больных с микст- и моноинвазией по сравнению со здоровыми людьми отмечалось значительное повышение содержания в крови ртути (в 2.2 и 4.1 раза), хрома (в 8.9 и 18.6 раза), а также брома (табл. 1). У больных с микст-инвазией описторхов и меторхов по сравнению со здоровыми людьми также было установлено существенное повышение содержания в крови цезия и лантана (в 4.5 и 8.16 раза).

Таблица 1

Содержание изученных микроэлементов (МЭ) в образцах цельной крови (в мг/кг сухой массы, $\bar{X} \pm m$) у больных, имевших микст-инвазию описторхов и меторхов или моноинвазию описторхов

Table 1. Concentrations of some trace elements detected in samples of peripheral blood (mg/kg of dry sediment, $\bar{X} \pm m$) obtained from patients with the mixt-infection of opisthorchis and metorchis and the opisthorchis mono-infection

МЭ ¹	Содержание МЭ в цельной крови (в мг/кг сухой массы) у обследованных групп людей		
	Здоровые n = 32 (группа 1)	Моноинвазия описторхов n = 42 (группа 2)	Микст-инвазия описторхов и меторхов n = 70 (группа 3)
Хром	0.11 ± 0.01	0.98 ± 0.09*	2.05 ± 0.21**
Ртуть	0.07 ± 0.01	0.16 ± 0.04**	0.29 ± 0.03***
Бром	10.11 ± 0.96	28.52 ± 2.23*	36.40 ± 1.98**
Рубидий	9.95 ± 0.42	10.41 ± 0.71	7.33 ± 1.21**
Цезий	0.02 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.09 ± 0.02 ***
Лантан	0.06 ± 0.01	0.27 ± 0.07*	0.49 ± 0.06***
Селен	0.41 ± 0.06	0.51 ± 0.07	0.82 ± 0.10***
Цинк	24.40 ± 1.13	29.57 ± 2.45	38.6 ± 2.13**
Кобальт	0.06 ± 0.01	0.08 ± 0.03	0.15 ± 0.04*

Примечание. МЭ¹ — микроэлементы. Достоверные отличия показателей у обследованных из 2-й и 3-й групп наблюдения от таковых в группе 1 (контроль) обозначены знаками * при P < 0.01 или ** при P < 0.05, а достоверные отличия показателей между обследованными из групп 2 и 3 отмечены знаками # при P < 0.01 или ## при P < 0.05.

Более того, уровни содержания хрома, ртути, брома, лантана и цезия в крови у больных с микст-инвазией описторхов и меторхов были достоверно выше, чем у больных с моноинвазией описторхов (при $P < 0.05$). В анамнезе у большинства больных с микст-инвазиями по сравнению с больными с моноинвазиями чаще отмечалась средняя и значительная продолжительность заболевания (от 10 до 40 лет) с повторными дегельминтизациями и ре- и суперинвазиями. В крови больных с микст-инвазией описторхов и меторхов содержание некоторых эссенциальных МЭ — селена, цинка и кобальта было достоверно выше, чем у здоровых людей (при $P < 0.01$ во всех случаях). Кроме того, концентрация селена и цинка у больных с микст-инвазией оказалась существенно выше по сравнению с таковой у больных с моноинвазией (при $P < 0.05$).

У обследованных нами больных описторхидозами были установлены достоверные положительные корреляционные связи между содержанием в крови ртути и селена ($r = +0.68$ при $P < 0.01$), ртути и цинка ($r = +0.74$ при $P < 0.01$), хрома и цинка ($r = +0.63$ при $P < 0.01$), цезия и цинка ($r = +0.71$ при $P < 0.01$), а также кобальта и цинка ($r = +0.78$ при $P < 0.01$). Кроме того, нами было показано, что у больных людей в цельной крови с возрастом и продолжительностью инвазии достоверно возрастает содержание цинка ($r = +0.87$ при $P < 0.01$), ртути ($r = +0.78$ при $P < 0.01$) и хрома ($r = +0.85$ при $P < 0.01$). Содержание брома в крови больных прямо коррелировало с абсолютным числом эозинофилов в крови ($r = +0.72$ при $P < 0.01$).

Кроме того, у 22 больных, имевших микст-инвазию описторхов и меторхов или моноинвазию описторхов, нами проводилось сопоставление содержания некоторых МЭ в образцах цельной крови и желчи (табл. 2). Содержание хрома, брома, рубидия, лантана, цинка и кобальта в желчи больных

Таблица 2

Содержание некоторых микроэлементов (МЭ) в образцах цельной крови и желчи (в мг/кг сухой массы, $\bar{X} \pm m$), полученных от больных, имевших суперинвазионную стадию микст-инвазии описторхов и меторхов или моноинвазии описторхов

Table 2. Concentrations of some trace elements detected in samples of peripheral blood and bile (mg/kg of dry sediment, $\bar{X} \pm m$) obtained from patients with the mixt-infection of *Opisthorchis* and *Metorchis* and the *Opisthorchis* mono-infection

МЭ ¹	Содержание МЭ в образцах цельной крови и желчи (в мг/кг сухой массы) у обследованных групп людей					
	Здоровые (группа 1) п = 8		Моноинвазия описторхов (группа 2) п = 10		Микст-инвазия описторхов и меторхов (группа 3) п = 12	
	А) Желчь	Б) Кровь	А) Желчь	Б) Кровь	А) Желчь	Б) Кровь
Хром	16.52 ± 1.4	0.12 ± 0.01	21.70 ± 2.11**	0.88 ± 0.05*	51.21 ± 6.74**	1.91 ± 0.32*
Бром	158.7 ± 8.9	10.70 ± 0.91	194.5 ± 11.5**	22.82 ± 1.11**	246.34 ± 15.3**	35.45 ± 2.21**
Рубидий	20.74 ± 1.0	9.32 ± 0.70	27.64 ± 1.25*	11.90 ± 0.75**	25.58 ± 0.87*	.6.82 ± 0.95**
Лантан	0.13 ± 0.02	0.06 ± 0.01	0.34 ± 0.06*	0.20 ± 0.03*	1.40 ± 0.26**	0.40 ± 0.08**
Цинк	79.63 ± 2.9	21.45 ± 0.93	142.5 ± 18.13*	29.84 ± 1.85*	264.26 ± 32.1**	37.82 ± 1.95**
Кобальт	0.57 ± 0.03	0.03 ± 0.01	0.70 ± 0.02*	0.05 ± 0.01**	1.10 ± 0.14**	0.08 ± 0.01**

Примечание. МЭ¹ — микроэлементы. Достоверные отличия показателей в группах 2А) и 3А) от таковых в группе 1А) (контроль), а также в группах 2Б) и 3Б) от таковых в группе 1Б) (контроль) обозначены знаками * при $P < 0.01$ или ** при $P < 0.05$. Достоверные отличия между показателями в группах 2А) и 3А), а также в группах 2Б) и 3Б) отмечены знаками ^ при $P < 0.01$ или ^^ при $P < 0.05$.

с микст- и моноинвазией было значительно выше по сравнению с соответствующими показателями в желчи у здоровых людей (при $P < 0.01$). Более того, в образцах желчи у больных, имевших микст-инвазию описторхов и меторхов по сравнению с больными с моноинвазией описторхов, было обнаружено достоверное увеличение концентрации хрома, брома, лантана, цинка и кобальта (при $P < 0.01$). Аналогичные достоверные отличия содержания вышеперечисленных МЭ между группами больных с микст- и моноинвазией были установлены в образцах цельной крови (при $P < 0.01$ или $P < 0.05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюмируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что у больных людей, имевших микст-инвазию описторхов и меторхов, отмечается повышение содержания в крови и желчи ряда токсичных, условно-эссенциальных и эссенциальных МЭ (ртути, хрома, цезия, лантана, брома, селена, цинка) по сравнению с больными с моноинвазией этих гельминтов и здоровыми людьми. При этом из числа изученных нами МЭ у больных с микст-инвазией наиболее часто регистрируется существенное повышение содержания в организме хрома и ртути. Кроме того, у больных описторхидозами, имевших высокую интенсивность инвазии или значительную продолжительность патологического процесса концентрации этих токсичных МЭ, в несколько раз превышали физиологическую норму и аналогичные значения у здоровых людей.

Известно, что при различных инфекционных заболеваниях возможно изменение содержания некоторых, прежде всего эссенциальных МЭ в крови. При хроническом описторхозе было показано повышение содержания железа, цинка, меди и марганца (Калинин, 1971). У обследованных нами больных описторхидозами наблюдалась эозинофилия и эозинофильные лейкемоидные реакции, а уровень брома положительно коррелировал с абсолютным числом эозинофилов в крови. Не исключено, что увеличение содержания брома в крови этих больных может быть связано с повышенной активностью пероксидазы эозинофилов, которая избирательно использует бром, а не хлор для образования активных окисляющих радикалов (Weiss, 2006).

В крови обследованных нами больных людей уровни ртути прямо коррелировали с содержанием селена и цинка. Известно, что повышенные концентрации тяжелых металлов в пищевых продуктах приводят к нарушениям метаболизма эссенциальных МЭ, особенно цинка и селена, что связано с их способностью защищать организм от соединений ртути и хрома за счет образования комплексных соединений в клетках печени и почек (El-Debridash, 2006). Кроме того, согласно литературным данным, наличие положительной корреляции между уровнями ртути и селена в крови можно рассматривать как признак того, что одним из источников поступления тяжелых металлов в организм является употребление в пищу рыбы, отловленной в промышленно загрязненных водоемах (Cross et al., 2001). Известно, что тяжелые металлы и другие химические элементы, поступая в водоемы из-за производственной деятельности человека и аварий на промышленных предприятиях, приводящих к загрязнению окружающей среды, включаются в круговорот веществ. Они могут длительно сохраняться в воде, аккумулироваться в донных отложениях, мигрировать по пищевой цепи, накаплива-

ясь в биоте, включая рыбу и личиночные стадии гельминтов (Osman et al., 1998; Cross et al., 2001). Показано, например, что содержание ртути в мышечной ткани рыб, отловленных в р. Томь вблизи г. Томска, в 1.5–3 раза превышало предельно допустимые концентрации (Петлина, Юракова, 1998).

Среди обследованных нами больных наиболее высокие концентрации хрома, ртути, цезия, лантана и брома в образцах крови и желчи были выявлены в случае микст-инвазии описторхов и меторхов. Кроме того, содержание этих МЭ у больных людей оказалось значительно выше средней физиологической нормы для цельной крови (0.12–0.46 мг/кг сухой массы для хрома, 0.021–0.08 мг/кг для ртути, 0.016–0.02 мг/кг для цезия, 0.04 мг/кг для лантана и 14–20 мг/кг для брома), приведенной в работах Киста (1987). Известно, что ртуть относится к числу токсичных МЭ, даже умеренное повышение содержания которых в организме может приводить к неблагоприятным последствиям. Несмотря на то что хром относят к числу так называемых эссенциальных МЭ, а цезий, лантан и бром — к числу относительно малотоксичных или условно-эссенциальных МЭ, накопление их в крови и ткани печени в концентрациях, многократно превышающих среднюю физиологическую норму, необходимо рассматривать с точки зрения потенциально-го риска токсических или/и мутагенных эффектов (Авцын, 1972; Кист, 1987).

ВЫВОДЫ

1. У людей, проживающих в г. Томске и имеющих описторхидозную инвазию по сравнению со здоровыми людьми, в крови и желчи было установлено повышенное накопление ряда токсичных, условно-эссенциальных и эссенциальных МЭ (ртути, хрома, брома, цезия, лантана, селена, кобальта и цинка), что прежде всего может быть обусловлено более высоким содержанием этих химических элементов в почвах, воде и, возможно, в речной рыбе в бассейне р. Томь.

2. Аккумуляция в крови и желчи перечисленных МЭ у больных с микст-инвазией описторхов и меторхов выражена значительно больше, чем у больных с моноинвазией этих гельминтов. Кроме того, у больных с микст-инвазией наиболее часто регистрируется существенное повышение содержания в организме хрома и ртути. Концентрации этих токсичных МЭ у больных описторхидозами в несколько раз превышали физиологическую норму и аналогичные значения у здоровых людей.

3. Накопление МЭ у больных описторхидозами имело прямую зависимость от интенсивности и продолжительности инвазии.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа была поддержана грантом РГНФ №05-06-05245а.

Список литературы

- Авцын А. П. 1972. Введение в географическую патологию. М.: Медицина. 186 с.
Арифуллина К. В. 2000. Современные особенности хронического описторхоза у детей. Южно-Российский медицинский журнал. (1–2) : 6–12.
Калинин М. Г. 1971. Вопросы топографии и динамики некоторых биоэлементов крови у больных описторхозом: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск. 17 с.

- Кист А. А. 1987. Феноменология биогеохимии и бионеорганической химии. Ташкент: Фан. 236 с.
- Лакин Г. Ф. 1980. Биометрия. М.: Высшая школа. 293 с.
- Петлина А. П., Юракова Т. В. 1998. Тяжелые металлы в мышцах ельца и окуня реки Томи. В сб.: Биологическое разнообразие животных Сибири. Матер. науч. конф., посвящ. 110-летию начала регулярных зоологических исследований и зоологического образования в Сибири. Томск: ТГУ. 212–213.
- Сыскова Т. Г., Цыбина Т. Н., Сидоренко А. Г., Ясинский А. А. 2001. Состояние паразитарной заболеваемости населения Российской Федерации в 1999 году. Мед. паразитол. и паразитар. бол. (3) : 31–35.
- Федоров К. П., Наумов В. А., Кузнецова В. Г. 2000. О некоторых актуальных вопросах проблемы описторхидозов человека. Мед. паразитол. и паразитар. бол. (3) : 7–9.
- Cross M. A., Irwin S. W., Fitzpatrick S. M. 2001. Effects of heavy metal pollution on swimming and longevity in cercariae of *Cryptocotyle lingua* (Digenea: Heterophyidae). Parasitology. 123 (5) : 499–507.
- El-Demerdash F. M. 2006. Effects of selenium and mercury on the enzymatic activities and lipid peroxidation in brain, liver, and blood of rats. Journ. Environ. Sci. Health. 36 (4) : 489–499.
- MacLean J. D., Arthur J. R., Ward B. J. 1996. Common-source outbreak of acute infection due to the North American liver fluke *Metorchis conjunctus*. Lancet. 347 (2) : 154–158.
- Osman K., Schutz A., Akesson B. 1998. Interactions between essential and toxic elements in lead exposed children in Katowice, Poland. Clin. Biochem. 31 (8) : 657–665.
- Pauly A., Schuster R. 2003. Molecular characterization and differentiation of opisthorchiid trematodes of the species *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884) and *Metorchis bilis* (Braun, 1890) using polymerase chain reaction. Parasitol. Res. 90 (5) : 409–414.
- Weiss S. J., Test S. T., Eckmann C. M. 2006. Brominating oxidants generated by human eosinophils. Science. 234 (4773) : 200–203.

INCREASED ACCUMULATION OF SOME TRACE ELEMENTS IN PERIPHERAL BLOOD AND BILE OF PATIENTS INFESTED WITH OPISTHORCHIS FELINEUS (RIVOLTA, 1884) AND METORCHIS BILIS (BRAUN, 1890)

E. N. Ilyinskikh, I. N. Ilyinskikh, N. N. Ilyinskikh

Key words: opisthorhiasis, trematode, *Opisthorchis felineus*, *Metorchis bilis*, Ob River region, trace elements, mercury, chromium.

SUMMARY

The invasion with *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884) is known to be common in the Ob River region, West Siberia. These trematodes parasitize biliary tract of devinitive host (man or some species of animals). Other opisthorchiid species occurring in West Siberia, *Metorchis bilis* (Braun, 1890), has also been recorded recently as human parasite. Life cycles of both these trematodes include fish-eating mammal hosts. Eggs of *O. felineus* and *M. bilis* are very similar morphologically and can hardly be indentified. Chronic invasion with the helminthes is found to be a cause of disbolism of trace elements or high accumulation of some essential and toxic elements in the organism of definitive host. The aim of the present study was to determine concentrations of some essential and toxic elements in samples of peripheral blood and bile obtained from patients infested with *Opisthorchis* and/or *Metorchis* using instrumental neuron-activation technique.

At first, all patients with microscopically confirmed opisthorhiasis (by microscopic examination of faeces and bile for the helminth eggs) were examined with serological method (ELISA) for specific anti-*Opisthorchis* and anti-*Metorchis* antibodies. Among 139 examined patients, 56.1 % had specific antibodies against both *Opisthorchis* and *Metorchis*, 41.7 % showed anti-*Opisthorchis* antibodies only, and 2.1 % turn out to be seropositive for anti-*Metorchis* antibodies only. Of 31 elements detected in the samples of peripheral blood and bile, the concentration of nine essential and toxic elements (mercury, chromium, cesi-

um, rubidium, lanthanum, bromine, selenium, zinc, and cobalt) in the patients with the mixt-infection of *Opisthorchis* and *Metorchis* (78 individuals) and with the *Opisthorchis* mono-infection (58 individuals) were significantly higher than those in healthy uninfested individuals. Among these elements, mercury and chromium showed the highest concentrations in infested patients. We suggest that the significant increase in concentrations of some toxic elements in blood and bile of patients may be associated with increased bioaccumulation of these elements in environment, especially in the local river water and fish. Moreover, concentrations of such elements as chromium, mercury, cesium, lanthanum, selenium, and zinc in blood and/or bile of the patients with mixt-infection of *Opisthorchis* and *Metorchis* were significantly higher than those in the patients with mono-infection of *Opisthorchis*. Accumulation of these elements in the organisms of patients was positively correlated with the number of parasites and the duration of helminth infection.